Promuovere l'apprendimento delle STEM con le tecnologie educative nella scuola secondaria di secondo grado. X-Reality e STEM: opportunità e criticità

Alice Roffi

Abstract:

In una prospettiva di cittadinanza attiva, la *literacy* scientifica risulta essere un aspetto rilevante, soprattutto per compiere scelte informate su questioni di vita quotidiana. Tuttavia, i dati PISA 2018 evidenziano scarse competenze scientifiche degli studenti della scuola secondaria di secondo grado, sottolineando la necessità di promuovere la didattica delle discipline STEM. In particolare, l'utilizzo delle cosiddette X-Reality per l'acquisizione delle competenze scientifiche e per aumentare l'interesse nei confronti della disciplina, sembrano promettenti. Durante il primo anno del percorso di Dottorato di Ricerca, è stata eseguita una revisione della letteratura sui temi della didattica delle STEM con le X-Reality, nel contesto della scuola secondaria di secondo grado, con l'intento di delineare uno stato dell'arte riguardo al loro utilizzo, approfondendo le potenzialità, gli aspetti critici e le sfide. Dopo il processo di ricerca e selezione, 10 articoli sono stati inclusi nell'analisi. I risultati hanno portato ad avere un quadro dell'applicazione delle X-Reality, evidenziandone l'efficacia nel promuovere il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento, l'interesse nei confronti della disciplina e il mantenimento della conoscenza a lungo termine. Questi risultati saranno il punto di partenza per l'impostazione della parte empirica del progetto di dottorato.

Parole chiave: Apprendimento; Didattica; Scuola secondaria di secondo grado; STEM; Tecnologie immersive

1. Background

La *literacy* scientifica è ormai un requisito fondamentale per la cittadinanza attiva e per compiere scelte informate in merito a questioni della vita quotidiana. Ciò significa aver acquisito conoscenze e competenze relative ai fenomeni e alle procedure proprie del metodo scientifico (PISA 2018, 17).

Partendo da questa premessa, risultano preoccupanti i dati PISA del 2018, secondo cui gli studenti italiani della scuola secondaria di secondo grado dimostrano scarse conoscenze e competenze scientifiche, paragonati a quelli degli altri paesi OCSE. L'obiettivo del progetto di dottorato, quindi, è di promuove-

Alice Roffi, University of Florence, Italy, alice.roffi@unifi.it, 0000-0002-2683-3743

Referee List (DOI 10.36253/fup_referee_list)
FUP Best Practice in Scholarly Publishing (DOI 10.36253/fup_best_practice)

Alice Roffi, *Promuovere l'apprendimento delle STEM con le tecnologie educative nella scuola secondaria di secondo grado. X-Reality e STEM: opportunità e criticità*, © Author(s), CC BY 4.0, DOI 10.36253/979-12-215-0081-3.34, in Vanna Boffo, Fabio Togni (edited by), *Esercizi di ricerca. Dottorato e politiche della formazione*, pp. 267-270, 2022, published by Firenze University Press, ISBN 979-12-215-0081-3, DOI 10.36253/979-12-215-0081-3

re l'apprendimento delle STEM (dall'inglese *Science, Technology, Engineering, Mathematics*) nel contesto della scuola secondaria, attraverso l'integrazione di tecnologie digitali innovative nelle pratiche didattiche.

In particolare, l'utilizzo delle cosiddette X-Reality per l'acquisizione delle competenze e per aumentare l'interesse nei confronti delle discipline scientifiche sembra promettente (Ibáñez e Delgado-Kloos 2018; Arici et al. 2019). Infatti, le X-Reality possono promuovere il coinvolgimento degli studenti nell'apprendimento in situazioni reali, con metodologie simili a quelle degli scienziati professionisti, traendo ispirazione dai principi della cognizione situata (Brown, Collins e Duguid 1989) e dell'apprendimento esperienziale (Kolb 1984).

Durante il primo anno del percorso di Dottorato di Ricerca, è stata eseguita una revisione della letteratura sui temi della didattica delle STEM con le tecnologie digitali nel contesto della scuola secondaria di secondo grado, con l'intento di delineare uno stato dell'arte riguardo al loro utilizzo, approfondendo le potenzialità, gli aspetti critici e le sfide. Le domande di ricerca (DR) che hanno guidato il processo di selezione e analisi degli articoli scientifici sono state:

- DR1: Quali sono le caratteristiche degli studi pubblicati nel campo dell'insegnamento e apprendimento delle STEM con le X-Reality?
- DR2: Quali sono le materie coinvolte, le strategie didattiche e i disegni sperimentali per l'insegnamento e apprendimento delle STEM?
- DR3: Quali sono i benefici, gli aspetti critici e le sfide per i docenti e gli studenti circa l'utilizzo delle tecnologie digitali (e in particolare le X-Reality) per l'insegnamento e l'apprendimento delle STEM?

2. Metodologia

Tra le varie tipologie di revisioni della letteratura, è stata scelta la revisione dell'ambito, che condivide con quella sistematica la trasparenza, la replicabilità e la sistematicità dell'approccio metodologico. Pertanto, è stata condotta seguendo le linee guida del PRISMA in ERIC e Scopus, utilizzando la seguente stringa di ricerca:

(stem OR steam OR science OR technolog* OR engineering OR mathematics) AND (education OR learning OR teaching) AND ("digital technolog*" OR "mixed realit*" OR "virtual reality" OR "augmented reality") AND ("secondary education" OR "secondary school").

Concluso il processo di ricerca e selezione, 10 articoli sono stati inclusi nell'analisi. Dopo un'attenta lettura degli articoli, i dati sono stati estratti in una tabella di codifica predisposta in accordo con le domande di ricerca e i risultati sono stati riportati in forma narrativa.

3. Risultati e discussione

L'analisi degli articoli selezionati in questa revisione di scopo ha permesso di sintetizzare le attuali conoscenze in merito all'utilizzo delle X-Reality nell'ambito dell'apprendimento delle discipline STEM. In particolare, oltre alle ca-

ratteristiche generali degli articoli (anno di pubblicazione o tipo di tecnologia utilizzata), sono stati analizzati gli aspetti inerenti all'impostazione dei disegni empirici, la disciplina coinvolta (e in particolare l'argomento specifico e se teorico o laboratoriale), i benefici, le criticità e le sfide nell'apprendimento delle STEM attraverso l'utilizzo delle X-Reality. Rispetto all'apprendimento, si sottolinea l'effetto positivo dell'utilizzo delle X-Reality, sul raggiungimento degli obiettivi, sull'interesse nei confronti della disciplina e sul mantenimento della conoscenza a lungo termine.

Accanto ai benefici, è necessario prestare attenzione ai possibili aspetti critici derivanti dall'utilizzo delle X-Reality, come difficoltà tecniche causate dai dispositivi poco reattivi che possono quindi avere un impatto negativo sull'esperienza didattica.

Questi risultati, riportati in maniera dettagliata e approfondita in una recente pubblicazione (Roffi e Cuomo 2022), sono la base per l'impostazione della parte empirica del progetto di dottorato, che prevede una parte di sperimentazione di percorsi didattici sulle discipline STEM (con particolare riferimento a quelle relative alle Scienze della vita) nella scuola secondaria di secondo grado. Nello specifico, la revisione in oggetto sta permettendo di approfondire dei punti importanti per la ricerca, cominciando dalla redazione di linee guida per la progettazione di percorsi didattici che integrano le tecnologie immersive, con lo scopo di fornire ai docenti indicazioni sui metodi e strumenti per la pianificazione degli apprendimenti (*Learning Design*), in accordo con le più recenti evidenze della letteratura e le teorie di riferimento sull'argomento. La revisione ha inoltre permesso di creare una iniziale mappa degli ambienti virtuali esistenti che possono essere utilizzati nei percorsi che si andranno a progettare. Infine, l'analisi degli articoli costituisce la base per la fase di progettazione della sperimentazione prevista dal progetto, con una particolare attenzione alla scelta di metodi, strumenti e strategia di valutazione.

Riferimenti bibliografici

Arici, F., Yildirim, P., Caliklar, Ş. e R.M. Yilmaz. 2019. "Research Trends in the Use of Augmented Reality in Science Education: Content and Bibliometric Mapping Analysis." *Computers & Education* 142, 103647.

Brown, J.S., Collins, A., e P. Duguid. 1989. *Situated Cognition and the Culture of Learning. Educational Researcher* 18 (1), 32-42.

Ibáñez, M.B., e C. Delgado-Kloos. 2018. "Augmented Reality for STEM Learning: A Systematic Review." *Computers & Education* 123, 109-23.

Kolb, D.A. 1984. *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development.* Englewood Cliffs: Prentice Hall.

PISA. 2018. <https://www.invalsi.it/invalsi/ri/pisa2018/docris/2019/Rapporto_Nazionale.pdf> (2022-12-15).

Roffi, A., e S. Cuomo. 2022. "STEM Teaching and Learning with Innovative Technologies in the Upper Secondary School: A Scoping Review." *Italian Journal of Educational Technology*. https://doi.org/10.17471/2499-4324/1291.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE
FORLILPSI
DIPARTIMENTO DI FORMAZIONE, LINGUE, INTERCULTURA, LETTERATURE E PSICOLOGIA

Fostering STEM learning with educational technologies in the upper secondary school: opportunities and critical aspects

Dr.ssa Alice Roffi – PhD Student - alice.roffi@unifi.it

INTRODUCTION

The Italian students of the upper secondary school showed low levels of science knowledge and competencies, with males performing better than females (PISA 2018).

The use of the X-Realities seems very promising for acquiring scientific skills and augmenting the interest in scientific disciplines (Arici et al., 2019; Ibanez & Delgado-Kloos, 2018).

X-Realities can engage students in learning in real situations, with methods similar to those of professional scientists, drawing inspiration from the principles of Situated Cognition (Brown, Collins, Duguid, 1989) and Experiential Learning (Kolb, 1984).

AIMS

During the first year of the PhD, I performed a literature review on STEM teaching and learning with digital technologies in the upper secondary school, with the following Research Questions (RQs):

RQ1. What are the characteristics of the published study in the field of STEM teaching and learning with X-Realities?

RQ2. What are the topics addressed, the teaching strategies and the educational experience design for STEM teaching and learning?

RQ3. What are the benefits, critical aspects and challenges for teachers and students of using technologies for STEM teaching and learning?

METHODOLOGY

A Scoping Review has been conducted according to PRISMA guidelines on ERIC and Scopus, using the following string:
(stem OR steam OR science OR technolog* OR engineering OR mathematics) AND (education OR learning OR teaching) AND ("digital technolog*" OR "mixed realit*" OR "virtual reality" OR "augmented reality") AND ("secondary education" OR "secondary school") (see Fig 1 for search process).

Inclusion criteria	Exclusion criteria
Peer-reviewed journals, English language, proceedings, chapters, empirical papers, upper secondary school	Technical papers, Not school context, Papers on usability of digital technologies, on development of teaching models

Figure 1: Phases of search and selection process according to PRISMA guidelines

RESULTS

RQ1

Technology — 70% use of Augmented Reality; 30% use of Virtual Reality

Study design — > 50% Experimental or Quasi-Experimental Desing

RQ2

Teaching Strategies — The most used: collaborative and inquire based

Duration of activities — 50% Several intervention; 40% A single intervention

RQ3

Benefits — Positive effect on attitude towards the discipline, on interest and motivation, on learning gain and on knowledge retention. The use of X-Realities in STEM teaching and learning are also able to reduce the cognitive load allocated to completing some tasks.

Critical Aspects — The technical drawbacks are the most reported, that can lead to a decrease of the enthusiasm and thus impact the performance.

DISCUSSION

This Scoping Review aimed at mapping the existing literature on the use of X-Realities in STEM education in the secondary upper school context, focusing on the type of technology used and on the methods for X-Realities integration in the educational activities.

Positive results have been reported, in particular regarding the attitude toward disciplines, interest, motivation and learning gain. At the same time, some critical aspects have been identified that need to be improved, especially related to the technical dimension.

These results are informing the second phase of the project: the co-design with teachers of educational scenarios for STEM teaching with innovative digital technologies and the subsequent testing.

Educational scenarios co-desing

- Development of indications for STEM learning design with X-Realities

- Mapping of existing virtual environments for the selection of the proper technology for co-design

The testing phase

- Design of the testing phase, including the proper methodology and the development of tools for scenario evaluation (such as, questionnaire, log-book, focus groups)

REFERENCES

1) Arici, F., Yildirim, P., Caliklar, Ş., & Yilmaz, R. M. (2019). Research trends in the use of augmented reality in science education: Content and bibliometric mapping analysis. Computers & Education, 142, 103647. **2)** Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. Educational researcher, 18(1), 32-42. **3)** Kolb, D.A. (1984). Experiential learning: experience as the source of learning and development. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. **4)** https://www.invalsi.it/invalsi/ri/pisa2018/docris/2019/Rapporto_Nazionale.pdf. **5)** Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. Computers & Education, 123, 109–123.

PON RICERCA E INNOVAZIONE 2014 - 2020

Educational Policy Making and Research Pathway
7th-8th November 2022

FOR LIL PSI EVENTI